

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

YUN-HEE KIM, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **ADAPTIVE TRANSMISSION AND
RECEIVING METHOD AND DEVICE
IN WIRELESS COMMUNICATION
SYSTEM WITH MULTIPLE
ANTENNAS**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	10-2003-0020464	1 April 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 11/25/07

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hymen, Reg. No. 30,139



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0020464
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 01일
Date of Application

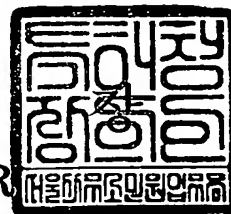
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 09 월 03 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.01
【발명의 명칭】	다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법 및 그 장치
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR ADAPTIVE TRANSMISSION AND RECEIVING IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM WITH MULTIPLE ANTENNAS
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	이원일
【포괄위임등록번호】	2001-038431-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤희
【성명의 영문표기】	KIM, YUN HEE
【주민등록번호】	740129-2446713
【우편번호】	302-749
【주소】	대전광역시 서구 월평3동 다모아아파트 110동 807호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김광순
【성명의 영문표기】	KIM, KWANG SOON
【주민등록번호】	720920-1017317
【우편번호】	305-721
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 109동 1203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이상현
【성명의 영문표기】	LEE, SANG HYUN

【주민등록번호】	770411-1785417
【우편번호】	604-081
【주소】	부산광역시 사하구 괴정1동 614-9번지 우신아파트 1동 706호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황규종
【성명의 영문표기】	HWANG,KYU JONG
【주민등록번호】	721030-1449614
【우편번호】	302-090
【주소】	대전광역시 서구 원정동 241-1번지
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장경희
【성명의 영문표기】	CHANG,KYUNG HI
【주민등록번호】	620620-1067111
【우편번호】	302-772
【주소】	대전광역시 서구 둔산동 크로바아파트 104동 1409호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	27 면 27,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	28 항 1,005,000 원
【합계】	1,061,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	530,500 원

【기술이전】

【기술양도】

희망

【실시권 허여】

희망

【기술지도】

희망

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

이 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법에서의 송신 모드는 데이터 전송률이 서로 상이한 주송신 모드와, 하나의 주송신 모드에 공간 부호화 기반의 부송신 모드와 공간 다중화 기반의 부송신 모드가 하나 또는 모두가 구성될 수 있으며, 다중 입출력 채널 특성에 따라 알맞은 주송신 모드 및 부송신 모드를 선택한다. 이를 위하여 먼저 수신단에서 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 공간 부호화 성능 파라미터와 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하여 송신단으로 변환하고, 송신단에서는 수신단에서 변환되어 오는 공간 부호화 성능 파라미터와 공간 다중화 성능 파라미터를 사용하여 데이터 전송률이 최대가 되는 주송신 모드를 결정하고 결정된 주송신 모드에 대하여 전력 소모를 최소화하는 부송신 모드를 선택한다. 송신단은 선택한 송신 모드에 따라 입력 데이터를 채널 부호화하고 변조 및 안테나 맵핑하여 수신단으로 송신하고, 수신단은 송신 방법에 따라 안테나/심볼 복조 및 채널 복호화를 수행한다.

본 발명에 따르면, 다중 입출력 채널 환경에 보다 효과적으로 대처하여 주어진 송신 전력에서 데이터 전송 효율을 더욱 높일 수 있고, 또한 주어진 데이터 전송 효율에서 송신 전력 소모를 줄일 수 있다.

【대표도】

도 2

【색인어】

다중 안테나 무선 통신 시스템, 적응 송신, 공간 다중화, 공간 부호화

【명세서】**【발명의 명칭】**

다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법 및 그 장치 {METHOD FOR ADAPTIVE TRANSMISSION AND RECEIVING IN A WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM WITH MULTIPLE ANTENNAS}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단의 상세 블록도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단에서 지원하는 송신 모드의 일예를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단에서의 송신 모드 선택 방법의 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 수신단의 적응 송신 파라미터 추출기의 상세 블록도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단의 적응 송신 제어기의 상세 블록도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <7> 본 발명은 다중 안테나 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 특히 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법 및 그 장치에 관한 것이다.
- <8> 송신단과 수신단에 여러 개의 안테나를 사용하는 다중 안테나 송수신 방식 (Multiple Input Multiple Output : MIMO)은 주파수 효율 증대와 송수신 다양성에 의한 성능 향상 가능성으로 무선/이동 통신 시스템에서 가장 주목받고 있는 기술 가운데 하나이다.
- <9> 이러한 다중 안테나 송수신 방식에서 데이터 전송률을 높이기 위한 한 방법으로는 송신 심볼 열을 다중 열로 나누어 각각 다른 송신 안테나로 보내는 공간 다중화 (Spatial Multiplexing : SM) 방법이 있다. 이 공간 다중화 방법에 따라 다른 안테나를 통해 송신된 심볼들은 OSIC(Ordered Successive Interference Canceller) 수신기나 ZF(Zero Forcing Equalizer) 또는 MMSE(Minimum Mean Square Error) 기준에 의한 선형 수신기 또는 최적의 ML(Maximum Likelihood) 수신기 등을 사용하여 검출될 수 있다.
- <10> 한편, 데이터 전송률을 늘리지 않고 다중 경로 페이딩 효과를 줄이는 방법으로 안테나 다이버시티가 널리 사용되고 있는데, 특히 송신 안테나가 2개일 때의 알라마우티 (Alamouti)에 의한 송신 다양성 기법은 송신단과 수신단 구조가 단순하고 송수신 채널의 다양성을 모두 얻을 수 있어 3세대 이동통신 시스템 및 광대역 무선접속 시스템 등에 널리 응용되고 있다. 알라마우티의 안테나 송신 기법은 시공간(주파수공간) 블록 부호

(Space Time(Space Frequency) Block Code : SBC) 의 한 방법이며, 알라마우티와 같이 직교하는 시공간 블록 부호는 송신 안테나가 2일 때만 존재하지만, 그 외의 송신 안테나 수에 대해서도 의사 직교 시공간 블록 부호들이 제안되었다.

<11> 이와같이 공간 다중화 방식은 송신 안테나마다 다른 심볼을 보내기 때문에 다중 입출력 채널의 구성 요소 특성에 따라 성능 변화가 큰 반면, 공간 부호화 방식은 다중 입출력 채널의 구성 요소 각각보다는 전체 합으로 성능이 결정되기 때문에 다중 입출력 채널 특성에 덜 민감하므로, 채널 환경에 따라 선호되는 안테나 송신 방법이 다를 수 있다.

<12> 한편, 다중 안테나 시스템에서 용량 또는 품질 등의 성능을 향상시키는 종래 기술로는 Iospan 등의 미국 특허 6,351,499호가 있으며, 이 특허의 특징은 MIMO 채널 환경에 따라 공간 다중화를 위한 송신 안테나 수를 가변하는 것으로, 공간 다중화를 위한 송신 안테나 수의 가변으로 인해 수신단의 기능이 복잡해지고, 또한 공간 부호화에 대한 적용이 어렵다는 문제가 있다.

<13> 이와 함께 데이터 전송 효율을 높이는 방법으로 현재 활발히 적용되고 있는 방법은 적응 변조부호화 방식이다. 적응 변조부호화 방식은 무선 채널의 페이딩 및 배경 잡음 세기의 순시 상태에 따라 요구하는 성능에 알맞은 변조 차수 또는 부호율을 선택하여 가변적으로 전송함으로써 데이터 전송 효율을 높이는 것이다. 이러한 적응 변조부호화 방식은 3세대 이동통신의 진화된 시스템인 HSDPA나 1xEV-DV 등과 무선 LAN 시스템 및 광대역 무선 접속 시스템 등에 적용되어 현재 개발 및 상용화에 있다.

<14> 그러나, 기존의 적응 변조부호화 방식에서 사용된 채널 상태 정보 및 변조 및 부호화 방식 선택 기준은 다중 입출력 채널의 특성에 따라 성능 차이가 큰 공간 다중화 방식

을 사용하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 그대로 적용하기가 어렵다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<15> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 채널 환경에 따라 부호율, 변조 기법, 안테나 송신 기법을 적응적으로 바꿀 수 있는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법 및 그 장치를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<16> 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법은,

<17> 다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 상기 송신단의 적응 송신 방법으로서,

<18> a) 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-을 결정하는 단계; b) 상기 결정된 주송신 모드에 따라 입력 데이터를 부호화하는 단계; c) 상기 결정된 부송신 모드에 따라 상기 b) 단계에서 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼로 매핑하여 출력하는 단계; 및 d) 상기 결

정된 부송신 모드에 따라 상기 c) 단계에서 변조된 데이터를 상기 각 송신 안테나를 통해 송신될 심볼 벡터로 매핑하여 출력하는 단계를 포함한다.

<19> 여기서, 상기 다중 입출력 채널 특성은 상기 수신단에서 산출되어 반환되는 안테나 송신 성능 파라미터로 표시되는 것이 바람직하다.

<20> 또한, 상기 a) 단계는, 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 요구되는 성능을 만족하는 송신 모드 중에서 가장 높은 데이터 전송률을 제공하는 주송신 모드와 부송신 모드를 결정하고, 결정한 주송신 모드에서 송신 전력을 줄일 수 있는 부송신 모드를 결정하는 것이 바람직하다.

<21> 또한, 상기 c) 단계에서 동일한 주송신 모드에 대해 제1 심볼 성상도를 갖는 심볼 매핑을 수행하는 경우에는 상기 d) 단계에서 공간 부호화 기반의 안테나 매핑을 수행하고, 상기 c) 단계에서 동일한 주송신 모드에 대해 제2 심볼 성상도를 갖는 심볼 매핑을 수행하는 경우에는 상기 d) 단계에서 공간 다중화 기반의 안테나 매핑을 수행하는 것이 바람직하다.

<22> 또한, 상기 a) 단계는 i) 상기 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 갖는 주송신 모드에 대해, 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 부호화 성능 파라미터와 미리 저장되어 있는 공간 부호화 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중 하나를 선택하는 단계; ii) 상기 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 갖는 주송신 모드에 대해, 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중

하나인 공간 다중화 성능 파라미터와 미리 저장되어 있는 공간 다중화 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택하는 단계; 및 iii) 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드를 비교하여 최종 송신 모드-주송신 모드 및 부송신 모드-를 결정하는 단계를 포함한다.

<23> 또한, 상기 i) 단계는 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값이 양수이면서 최소가 되는 주송신 모드를 선택하고, 상기 ii) 단계는 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값이 양수이면서 최소가 되는 주송신 모드를 선택하는 것이 바람직하다.

<24> 또한, 상기 주송신 모드는 데이터 전송률의 오름차순으로 인덱스가 주어지고, 상기 iii) 단계는, 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 지의 여부를 판단하는 단계; 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 경우, 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-주송신 모드 및 부송신 모드-로 결정하는 단계; 및 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 같고, 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값이 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값보다 큰 경우, 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-주송신 모드 및 부송신 모드-로 결정하는 단계를 포함한다.

- <25> 또한, 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 경우, 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-주송신 모드 및 부송신 모드-로 결정하는 단계; 및 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 같고, 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값이 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값 이상인 경우, 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-주송신 모드 및 부송신 모드-로 결정하는 단계를 더 포함한다.
- <26> 본 발명의 다른 특징에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법은,
- <27> 다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 상기 수신단의 적응 수신 방법으로서,
- <28> a) 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 상기 송신단에 의해 결정된 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-정보에 따라 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 송신 안테나별 심볼 정보를 추출하는 단계; 및
b) 상기 추출된 송신 안테나별 심볼 정보에 따라 채널 복호를 수행하여 송신된 데이터

정보를 추정하는 단계; 및 c) 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 추정되는 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 송신단이 상기 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식을 결정하는데 사용되는 파라미터를 추출하는 단계를 포함한다.

<29> 여기서, 상기 c) 단계는, i) 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 단계; 및 ii) 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 단계를 포함한다.

<30> 또한, 상기 i) 단계는, 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 채널 전력합을 계산하는 단계; 및 상기 계산된 채널 전력합과 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 결합하여 상기 공간부호화 성능 파라미터를 계산하는 단계를 포함한다.

<31> 또한, 상기 ii) 단계는, 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 선형 등화 행렬을 계산하는 단계; 상기 계산된 선형 등화 행렬을 사용하여 송신 안테나별 처리후 SNR을 계산하는 단계; 및 상기 계산된 송신 안테나별 처리후 SNR을 사용하여 상기 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 단계를 포함한다.

<32> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 장치는, 다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통

신 시스템에서, 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-을 결정하는 적응 송신 제어기; 상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 채널 부호화 방식에 따라 입력되는 데이터를 부호화하여 출력하는 채널 부호화기; 상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 변조 방식에 따라 상기 채널 부호화기에 의해 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼로 매핑하여 출력하는 심볼 매핑; 및 상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 안테나 송신 방식에 따라 상기 심볼 매핑에 의해 변조된 데이터를 상기 각 송신 안테나를 통해 송신될 심볼 벡터로 매핑하여 출력하는 안테나 매핑을 포함한다.

<33> 여기서, 상기 심볼 매핑은, 상기 채널 부호화기에서 출력되는 데이터를 제1 심볼 성상도로 변조하여 출력하는 제1 심볼 매핑; 및 상기 채널 부호화기에서 출력되는 데이터를 제2 심볼 성상도로 변조하여 출력하는 제2 심볼 매핑을 포함하고, 상기 안테나 매핑은, 상기 제1 심볼 매핑에 의해 변조된 데이터를 공간 부호화 방식에 의한 안테나 맵핑을 수행하는 제1 안테나 매핑; 및 상기 제2 심볼 매핑에 의해 변조된 데이터를 공간 다중화 방식에 의한 안테나 맵핑을 수행하는 제2 안테나 매핑을 포함하며, 상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 변조 방식에 따라 상기 채널 부호화기의 출력을 상기 제1 심볼 매핑과 상기 제2 심볼 매핑 중 하나로 연결하는 역다중화기; 및 상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 안테나 송신 방식에 따라 상기 제1 안테나 매핑과 상기 제2 안테나 매핑의 출력 중 하나를 선택하여 출력시키는 다중화기를 더 포함한다.

<34> 또한, 상기 적응 송신 제어기는, 공간 부호화 방식의 문턱값이 저장되어 있는 공간 부호화 문턱값 룩업 테이블; 공간 다중화 방식의 문턱값이 저장되어 있는 공간 다중화 문턱값 룩업 테이블; 상기 수신단에서 반환되어 오는 공간 부호화 성능 파라미터와 상기 공간 부호화 문턱값 룩업 테이블에 저장된 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택하는 공간 부호화 송신 모드 선택기; 상기 수신단에서 반환되어 오는 공간 다중화 성능 파라미터와 상기 공간 다중화 문턱값 룩업 테이블에 저장된 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택하는 공간 다중화 송신 모드 선택기; 및 상기 공간 부호화 송신 모드 선택기에 의해 선택된 주송신 모드와 상기 공간 다중화 송신 모드 선택기에 의해 선택된 주송신 모드를 비교하여 최종 주송신 모드 및 부송신 모드를 결정하는 비교기를 포함한다.

<35> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치는,

<36> 다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서, 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 상기 송신단에 의해 결정된 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함- 정보에 따라 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 송신 안테나별 심볼 정보를 추출하는 안테나/심볼 복조기; 상기 안테나/심볼 복조기에서 추출된 송신 안테나별 심볼 정보에 따라 채널 복호를

수행하여 송신된 데이터 정보를 추정하여 출력하는 채널 복호기; 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 다중 입출력 채널 응답을 추정하는 채널 추정기; 및 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 송신단이 상기 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식을 결정하는데 사용되는 파라미터를 추출하는 적응 송신 파라미터 추출기를 포함한다.

<37> 여기서, 상기 적응 송신 파라미터 추출기는, 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 공간 부호화 성능 파라미터 계산기; 및 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 공간 다중화 성능 파라미터 계산기를 포함한다.

<38> 또한, 상기 공간 부호화 성능 파라미터 계산기는, 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 채널 전력합을 계산하는 채널 전력합 계산기; 및 상기 채널 전력합 계산기에 의해 계산된 채널 전력합과 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 결합하여 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 결합기를 포함한다.

<39> 또한, 상기 공간 다중화 성능 파라미터 계산기는, 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 선형 등화 행렬을 계산하는 선형 등화기; 상기 선형 등화기에 의해 계산된 선형 등화 행렬을 사용하여 송신 안테나별 처리후 SNR을 계산하는 공간 다중화 처리후 SNR 계산기; 및 상기 공간 다중화 처리후 SNR 계산기에 의해 계산된 송신 안테나별 처리후 SNR을 사용하여 공간 다중화 성능 파라미터의 대표값을 계산하는 대표값 계산기를 포함한다.

<40> 또한, 상기 안테나/심볼 복조기는, 상기 송신단에 의해 결정된 안테나 송신 방식이 공간 부호화 방식인 경우에는 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 직교 다양성 결합을 수행하여 송신된 심볼을 검출하고, 상기 송신단에 의해 결정된 안테나 송신 방식이 공간 다중화 방식인 경우에는 ML(Maximum Likelihood) 검파 방식, OSIC(Ordered Successive Interference Canceller) 검파 방식, MMSE(Minimum Mean Square Error) 선형 등화 방식, ZF(Zero Forcing Equalizer) 선형 등화 방식 중 어느 하나를 사용하여 송신 심볼을 검출하는 것이 바람직하다.

<41> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<42> 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치에 대하여 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<43> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 블록도이다.

<44> 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치는 M개의 송신 안테나와 N개의 수신 안테나를 통해 데이터를 송수신하며, 데이터를 부호화 및 변조하여 MIMO 채널(120)을 통해 송신하는 송신

단(110) 및 MIMO 채널(120)을 통해 수신되는 데이터를 복조 및 복호하여 원래의 데이터를 복원하는 수신단(130)을 포함한다.

<45> 여기서, 송신단(110)은 적응 송신 제어기(111), 채널 부호화기(112), 심볼 매핑(mapping)(113), 안테나 매핑(114) 및 송신 끝단(115)을 포함한다.

<46> 먼저, 적응 송신 제어기(111)는 수신단(130)에서 피드백(궤환)되는 신호에 의해 선택되는 송신 모드에 따라 채널 부호화기(112)의 부호화 방법, 심볼 매핑(113)의 변조 방법 및 안테나 매핑(114)의 안테나 매핑 방법을 선택한다.

<47> 채널 부호화기(112)는 송신될 데이터(b_i)를 입력받아서 적응 송신 제어기(111)에 의해 선택된 부호화 방법에 따라 부호화한다.

<48> 심볼 매핑(113)는 채널 부호화기(112)에 의해 부호화된 데이터를 적응 송신 제어기(111)에 의해 선택된 변조 방법, 예를 들어 QAM이나 PSK 등의 변조 방법으로 변조하여 변조 심볼(s_j)로 매핑하여 출력한다.

<49> 안테나 매핑(114)는 심볼 매핑(113)의 출력(s_j)을 받아서 적응 송신 제어기(111)에 의해 선택된 안테나 매핑 방법에 따라 각 송신 안테나를 통해 송신될 심볼 벡터인 $x_j = (x_{j,1}, \dots, x_{j,M})^T$ 로 매핑하여 출력한다.

<50> 송신 끝단(115)은 안테나 매핑(114)의 출력 $x_j = (x_{j,1}, \dots, x_{j,M})^T$ 을 받아서 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)과 같은 다중 반송파 전송 방식 또는 단일 반송파 전송 방식 및 다중 접속 방식에 따라 신호를 구성하여 M개의 송신 안테나를 통해 다중 입출력 채널인 MIMO 채널(120)로 송신한다.

- <51> 송신 끝단(115)에서의 다중 안테나 송신 출력은 MIMO 채널(120)을 거쳐 수신 안테나가 N개로 구성된 수신단(130)에 수신된다.
- <52> 수신단(130)은 수신 끝단(131), 안테나/심볼 복조기(132), 채널 복호기(133), 채널 추정기(134) 및 적응 송신 파라미터 추출기(135)를 포함한다.
- <53> 먼저, 수신 끝단(131)은 송신단(110)의 송신 끝단(115)의 처리 과정을 역으로 수행하여 각 수신 안테나를 통해 수신되는 신호 $\mathbf{r}_j = (r_{j,1} \dots r_{j,N})^T$ 를 추출하여 출력한다.
- <54> 안테나/심볼 복조기(132)는 송신단(110)의 적응 송신 제어기(111)에 의해 결정된 송신 모드 정보에 따라 수신 끝단(131)에서 출력된 신호 $\mathbf{r}_j = (r_{j,1} \dots r_{j,N})^T$ 로부터 송신 안테나별 심볼 정보를 얻는다.
- <55> 채널 복호기(133)는 안테나/심볼 복조기(132)에서 얻어진 송신 안테나별 심볼 정보에 따라 채널 복호를 수행하여 송신된 데이터 정보(\mathbf{b}_i)를 추정한 결과 데이터($\hat{\mathbf{b}}_i$)를 출력한다.
- <56> 채널 추정기(134)는 수신 끝단(131)에서 출력된 신호 $\mathbf{r}_j = (r_{j,1} \dots r_{j,N})^T$ 를 입력받아서 파일럿 심볼 등으로 다중 입출력 채널 응답을 추정한다.
- <57> 안테나/심볼 복조기(132)는 송신단(110)의 적응 송신 제어기(111)에 의해 결정된 송신 모드 정보 중 안테나 매핑 방법이 공간 부호화 방법인 경우에는 채널 추정기(134)에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 직교 다양성 결합을 수행하여 송신된 심볼을 검출하고, 공간 다중화 방법인 경우에는 ML 검파 방법, OSIC 검파 방법, MMSE 선형 등화 방법, ZF 선형 등화 방법 등의 수신 기법 가운데 한 방법으로 송신 심볼을 검출한다.

<58> 적응 송신 파라미터 추출기(135)는 채널 추정기(134)에서 출력되는 채널 추정 결과를 사용하여 적응 송신에 필요한 파라미터를 구하여 송신단(110)으로 피드백 송신한다.

<59> 본 발명의 일 실시예로 송신 안테나의 개수 $M=2$ 일 때 공간 부호화 방법에 의한 안테나 매핑(114) 출력은 수학식 1과 같고, 공간 다중화 방법에 의한 안테나 매핑(114) 출력은 수학식 2와 같다.

<60> **【수학식 1】**

$$\mathbf{x}_j = \begin{cases} (s_j - s_{j+1}^*)^T, & \text{for even } j \\ (s_j \quad s_{j-1}^*)^T, & \text{for odd } j \end{cases}$$

<61> **【수학식 2】** $\mathbf{x}_j = (s_{2j} \quad s_{2j+1})^T$

<62> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단의 상세 블록도이다.

<63> 본 발명의 실시예에 따른 송신단의 송신 모드는 다른 데이터 전송률을 지원하는 하나 이상의 주송신 모드로 구성되고, 이 주송신 모드는 같은 채널 부호화 방식을 공유하는 최대 두 개의 부송신 모드로 구성된다.

<64> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단은 주송신 모드 및 부송신 모드 정보를 결정하는 적응 송신 제어기(2200) 및 적응 송신 제어기(2200)에서 출력되는 송신 모드(주송신 모드 및 부송신 모드) 정보에 의해 결정되는 데이터 전송률에 따라 입력 데이터를 송신하기 위한 송신 모드 블록(2100)을 포함한다.

<65> 송신 모드 블록(2100)은 적응 송신 제어기(2200)에 의해 출력되는 송신 모드 정보(1)에 의해 결정되는 채널 부호화율 r' 에 따라 입력 데이터에 대한 부호화를 수행하는

채널 부호화기(2110), 부송신 모드 0에 대한 심볼 매핑과 안테나 맵핑을 수행하는 부송신 모드 0 블록(2130), 부송신 모드 1에 대한 심볼 매핑과 안테나 맵핑을 수행하는 부송신 모드 1 블록(2140), 적응 송신 제어기(2200)에서 출력되는 부송신 모드 정보에 따라 채널 부호화기(2110)와 2개의 부송신 모드 블록(2130, 2140) 중 하나를 연결하는 역다중화기(2120) 및 적응 송신 제어기(2200)에서 출력되는 부송신 모드 정보에 따라 2개의 부송신 모드 블록(2130, 2140)의 출력 중 하나를 선택하는 다중화기(2150)를 포함한다.

<66> 여기서, 부송신 모드 0 블록(2130)은 변조 성상도 크기가 Q^M 인 심볼 매핑(2131)와 공간 블록 부호화에 의한 안테나 매핑(2132)로 구성되고, 부송신 모드 1 블록(2140)은 변조 성상도 크기가 Q 인 심볼 매핑(2141)과 공간 다중화에 의한 안테나 매핑(2142)로 구성된다.

<67> 이와 같이 구성되는 송신단에서 부송신 모드 0과 1은 동일한 데이터 전송률 $r, M \log 2(Q)$ 를 지원하며, 다중 입출력 채널의 특성에 따라 두 개의 부송신 모드 가운데 한 모드가 선택된다.

<68> 기존의 적응 송신 방법에서는 한 데이터 전송률에 대하여 특정 송신 안테나 기법으로 구성된 하나의 송신 모드를 지원하는 반면, 본 발명의 실시예에서는 다중 입출력 특성을 활용하여 데이터 전송 효율을 극대화할 수 있도록 동일한 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 다른 송신 안테나 기법을 사용하는 부송신 모드를 사용한다.

<69> 본 발명의 실시예에서는 모든 주송신 모드에 두 개의 부송신 모드가 존재할 수도 있지만, 구현의 용이성 등에 의해 두 개의 부송신 모드 가운데 하나의 부송신 모드만을 지원하는 것을 배제하지 않는다.

- <70> 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단에서 지원하는 송신 모드의 일예를 나타낸 도면이다.
- <71> 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단에서 지원하는 송신 모드는 송신 안테나가 2개인 경우 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 6개의 주송신 모드로 구분된다.
- <72> 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드(310)는 0에서 5까지 있을 수 있으며, 각 주송신 모드(310)를 지원하는 부송신 모드(320)는 하나 이상으로 구성될 수 있으며, 여기에서는 최대 2개인 것으로 가정하여 설명한다.
- <73> 하나의 주송신 모드를 지원하는 부송신 모드는 같은 채널 부호화율(330)을 사용하지만, 변조 방식(340)과 안테나 송신 방식(350)이 다르다. 다른 주송신 모드(310)를 구성하는 채널 부호화(330), 변조 방식(340), 안테나 송신 방식(350) 가운데 일부는 같을 수 있으나, 데이터 전송률과 성능은 각각 다르다.
- <74> 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단에서의 송신 모드 선택 방법의 흐름도이다.
- <75> 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단은 송신 안테나가 M개이고, 데이터 전송률의 오름차순으로 인덱스가 주어진 L개의 주송신 모드로 구성되어 있을 때, 다중 입출력 채널 특성에 따라 요구 성능을 만족하는 주송신 모드 가운데 가장 높은 데이터 전송률을 제공하면서 송신 전력을 줄일 수 있는 주송신 모드와 부송신 모드를 선택한다.

- <76> 먼저, 부송신 모드 0을 갖는 주송신 모드에 대하여 공간 부호화 성능 파라미터 S_B 가 공간 부호화 모드의 문턱값 $T_{B,l}$ 을 넘는 주송신 모드 중에 그 차이 $\Delta_{B,l} = S_B - T_{B,l}$ ($\Delta_{B,l} > 0$)가 가장 작은 주송신 모드 l_B 를 찾는다(S10).
- <77> 다음, 부송신 모드 1을 갖는 주송신 모드에 대하여 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 이 공간 다중화 모드의 선택 문턱값 $T_{M,l}$ 을 넘으면서 그 차이 $\Delta_{M,l} = S_M - T_{M,l}$ ($\Delta_{M,l} > 0$)가 가장 작은 주송신 모드 l_M 를 찾는다(S20). 이 때 상기 단계(S10, S20)의 순서는 바뀌거나 병렬로 수행될 수 있다.
- <78> 상기한 단계(S10, S20)는 각 부송신 모드가 지원하는 주송신 모드에서 두 부송신 모드 각각에 대하여 요구 성능을 만족하는 최대 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드 l_B , l_M 을 찾는 과정이다.
- <79> 다음, 상기 단계(S10, S20)을 통해 찾아진 l_B , l_M 에 대해 $l_B > l_M$ 이거나, $l = l_B = l_M$ 이면서 $\Delta_{B,l} > \Delta_{M,l}$ 인 지의 여부를 판단한다(S30).
- <80> 만약 $l_B > l_M$ 이거나, $l = l_B = l_M$ 이면서 $\Delta_{B,l} > \Delta_{M,l}$ 이면, 주송신 모드 l_B 의 부송신 모드 0을 선택하고(S40), 그렇지 않으면 주송신 모드 l_M 의 부송신 모드 1을 선택한다(S50).
- <81> 상기에서 단계 S30은 부송신 모드에 따라 지원할 수 있는 데이터 전송률 가운데 높은 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드, 즉 주송신 모드 인덱스가 큰 값을 먼저 선택하고, 만약 부송신 모드 각각이 지원하는 데이터 전송률이 같을 때에는, 두 부송신 모드 가운데 송신 전력이 적게 필요한 모드, 즉 송신 전력을 더 많이 줄일 수 있는 부송신 모드를 선택하는 것이다.

<82> 본 발명의 일 실시예에 따라 송신 안테나가 M개일 때 상기한 바와 같은 공간 부호화 성능 파라미터 S_B 는 수학식 3으로 나타낼 수 있다.

<83>
$$S_B = 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SBC}) = 10 \log_{10} \left(\frac{\|\mathbf{H}\|^2}{M} \frac{E_s}{N_0} \right)$$

【수학식 3】

<84> 여기서, $\|\mathbf{H}\|^2 = \sum_{p=1}^N \sum_{q=1}^M \|h_{p,q}\|^2$ 이고, $\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & h_{1,M} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & \cdots & h_{2,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & h_{N,2} & \cdots & h_{N,M} \end{bmatrix}$ 는 다중 입출력 채널 응답이며, E_s 는 송신심볼에너지이고, N_0 는 복소 가산백색잡음의 분산이다.

<85> 한편, 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 는 처리후 SNR의 최소값을 기준으로 하는 수학식 4 또는 처리 후 SNR의 기하 평균을 기준으로 하는 수학식 5로 나타낼 수 있다.

<86> 【수학식 4】 $S_M = \min_q 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SM,q})$

<87> 【수학식 5】 $S_M = \frac{1}{M} \sum_{q=1}^M 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SM,q})$

<88> 수학식 4와 수학식 5에서, $\text{SNR}_{SM,q}$ 는 q번째 송신 안테나로 전송되는 심볼에 대한 처리 후 SNR이고, 수학식 4는 채널 복호 전의 성능이 최소 SNR에 의존하는 것을 바탕으로 얻은 것이며, 수학식 5는 채널 복호 후에 의해 성능이 좋은 심볼에 의한 성능 향상을 도입하기 위한 것으로, 수학식 5를 사용하면 채널 복호 후에 향상된 성능을 보일 수 있다.

<89> 수학식 6은 송신 안테나 수가 M개일 때 선형 수신으로 계산된 공간 다중화에 대한 처리 후 SNR을 나타낸 것이다.

<90>
$$\text{SNR}_{SM,q} = \frac{E_s \mathbf{g}_q^H \mathbf{h}_q}{MN_o + E_s \sum_{j \neq q} \mathbf{g}_q^H \mathbf{h}_j}$$

【수학식 6】

<91> 여기서 \mathbf{h}_q 는 \mathbf{H} 의 q 번째 열벡터이고, \mathbf{g}_q 는 선형 등화 행렬 \mathbf{G} 의 q 번째 열벡터이다.

<92> 선형 등화 행렬 \mathbf{G} 는 선형 등화 기준에 따라 다르게 나타나며, 일례로 ZF 기준을 사용할 때는 수학식 7을, MMSE 기준을 사용할 때에는 수학식 8를 사용한다.

<93>
$$\text{【수학식 7】 } \mathbf{G} = (\mathbf{H}^H \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^H$$

<94>
$$\text{【수학식 8】 } \mathbf{G} = \left(\mathbf{H}^H \mathbf{H} + \frac{N_0}{ME_s} \mathbf{I}_M \right)^{-1} \mathbf{H}^H$$

<95> 이러한 처리 후 SNR은 수신단에서 공간 다중화에 대한 안테나/심볼 복조기로 어떤 방법을 사용하는 지에 상관없이 사용할 수 있으며, 사용되는 안테나/심볼 복조기 방법 및 처리 후 SNR 계산 방법에 따라 송신 모드를 결정하는 문턱값 $T_{M,1}$ 과 $T_{1,1}$ 이 바뀐다.

<96> 아래의 수학식 9는 송신 안테나 수가 2개이고, 수신 안테나가 $N > 2$ 일 때 ZF 기준으로 계산된 공간 다중화 방식의 처리 후 SNR을 나타낸 것으로, 이에 의하면 수학식 4는 수학식 10으로, 수학식 5는 수학식 11로 표현될 수 있다.

<97>
$$\text{【수학식 9】 } \text{SNR}_{SM,q} = \frac{1}{2(\mathbf{H}^H \mathbf{H})_{qq}^{-1}} \frac{E_s}{N_0} = \alpha_q (1 - \rho^2) \text{SNR}_{SBC}$$

<98> 단, \mathbf{A}_{qq}^{-1} 은 \mathbf{A}^{-1} 의 (q,q) 째 원소이고, $\alpha_q = \frac{\|\mathbf{h}_q\|^2}{\|\mathbf{H}\|^2}$ 는 q 번째 송신 안테나 채널 전

력비이며, $\rho = \frac{\|\mathbf{h}_1^H \mathbf{h}_2\|}{\|\mathbf{h}_1\| \|\mathbf{h}_2\|}$ 는 두 송신 안테나간 채널 상관도이고, $\|\mathbf{v}\|$ 는 \mathbf{v} 의 놈 (norm)이다.

<99> 【수학식 10】 $S_M = 10 \log_{10}(\alpha_{\min}(1 - \rho^2)) + S_B$

<100> 여기서, $\alpha_{\min} = \min \alpha_q$ 이다.

<101> 【수학식 11】 $S_M = 10 \log_{10}(\sqrt{\alpha_1 \alpha_2}(1 - \rho^2)) + S_B$

<102> 여기서 α_1 , α_2 는 송신 안테나별 채널 전력비이고, ρ 는 송신 안테나 채널 상관도이다.

<103> 따라서, 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 을 직접 계산하는 대신 다중 입출력 채널로부터 채널 송신 안테나별 채널 전력비와 송신 안테나 채널 상관도로부터 S_B - S_M 을 계산할 수 있다.

<104> 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 수신단의 적응 송신 파라미터 추출기의 상세 블록도이다.

<105> 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 수신단의 적응 송신 파라미터 추출기(500)는 S_B 계산기(510)와 S_M 계산기(520)를 포함하며, 채널 추정기에서 입력되는 채널 응답 행렬 추정값 \mathbf{H} 와 수신 SNR 추정값 E_s/N_0 를 사용하여 각각 공간 부호화 성능 파라미터 S_B 와 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 을 계산한다.

- <106> S_B 계산기(510)는 채널 전력합 계산기(511)와 결합기(512)로 구성되고, 채널 전력합 계산기(511)는 채널 추정기로부터 입력되는 채널 응답 행렬 추정값을 사용하여 채널 전력합인 $\|H\|^2$ 를 계산한다.
- <107> 결합기(512)는 채널 전력합 계산기(511)에서 계산된 채널 전력합과 채널 추정기로부터 입력되는 수신 SNR 추정값인 E_s/N_0 을 결합하여 수학적 3에 의한 공간 부호화 성능 파라미터 S_B 를 계산한다.
- <108> S_M 계산기(520)는 선형 등화기(521), 공간 다중화 처리후 SNR 계산기(522) 및 대표값 계산기(523)으로 구성되고, 선형 등화기(521)는 ZF 또는 MMSE 기준에 의하여 수학적 7 또는 수학적 8로 나타내는 등화 행렬 G 를 계산한다.
- <109> 공간 다중화 처리후 SNR 계산기(522)는 선형 등화기(521)에 의해 계산된 등화 행렬 G 를 사용하여 수학적 6에 의한 송신 안테나별 처리후 SNR을 계산한다.
- <110> 대표값 계산기(523)는 공간 다중화 처리후 SNR 계산기(522)에서 계산된 송신 안테나별 처리후 SNR을 사용하여 수학적 4 또는 수학적 5에 따라 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 의 대표값을 계산한다.
- <111> S_B 계산기(510)에 의해 계산된 S_B 와 S_M 계산기(520)에 의해 계산된 S_M 은 값을 양자화하거나 S_B , S_B-S_M 값으로 바꾸어 양자화하여 송신단으로 피드백(501)하여 송신단의 적응 송신 제어기가 송신 모드를 선택하는데 사용할 수 있도록 한다.
- <112> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단의 적응 송신 제어기(600)의 상세 블록도이다.

- <113> 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 무선 통신 시스템을 위한 적응 안테나 송수신 장치의 송신단의 적응 송신 제어기(600)는 공간 부호화 송신 모드 선택기(610), $T_{B,i}$ 룩업 테이블(620), 공간 다중화 송신 모드 선택기(630), $T_{M,i}$ 룩업 테이블(640) 및 비교기(650)로 구성된다.
- <114> 공간 부호화 송신 모드 선택기(610)는 수신단에서 피드백되어 오는 정보(601)인 공간 부호화 성능 파라미터 S_B 를 $T_{B,i}$ 룩업 테이블(620)의 $T_{B,i}$ 값들과 비교하여, 도 4의 S10 단계에서와 같이 $\Delta_{B,i} = S_B - T_{B,i}$ 를 계산한 후, 이 값이 양수이면서 최소값을 갖는 주송신 모드값 l_B 와 그 때의 $\Delta_{B,i}$ 를 출력한다.
- <115> 공간 다중화 송신 모드 선택기(630)는 수신단에서 피드백되어 오는 정보(601)인 공간 다중화 성능 파라미터 S_M 을 $T_{M,i}$ 룩업 테이블(640)의 $T_{M,i}$ 값들과 비교하여, 도 4의 S20 단계에서와 같이 $\Delta_{M,i} = S_M - T_{M,i}$ 를 계산한 후, 이 값이 양수이면서 최소값을 갖는 주송신 모드값 l_M 과 그 때의 $\Delta_{M,i}$ 를 출력한다.
- <116> 비교기(650)에서는 도 4의 S30 단계에서와 같이, $l_B > l_M$ 이면 주송신 모드 l_B 의 부송신 모드 0을 선택하고, 반대로 $l_B < l_M$ 이면 주송신 모드 l_M 의 부송신 모드 1을 선택한다.
- <117> 그러나, $l = l_B = l_M$ 이면 주송신 모드 1에 대하여 $\Delta_{B,i} > \Delta_{M,i}$ 일 때 부송신 모드 0을 선택하고 그렇지 않으면 부송신 모드 1을 선택하여 최종적으로 선택된 송신 모드 및 부송신 모드 정보를 출력한다.
- <118> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 그 외의 다양한 변경이나 변형이 가능하다.

【발명의 효과】

<119> 본 발명에 따르면, 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템에서 적응 송신 기법으로 특정 데이터 전송률을 전송하는 주송신 모드를 공간 다중화 안테나 송신 기법을 기반으로 한 송수신 방법과 공간 부호화 안테나 송신 기법을 기반으로 한 송수신 방법으로 구성하여 다중 입출력 채널 환경에 따라 적응적으로 선택하도록 함으로써 다중 입출력 채널 환경에 보다 효과적으로 대처하여 주어진 송신 전력에서 데이터 전송 효율을 더욱 높일 수 있고, 또한 주어진 데이터 전송 효율에서 송신 전력 소모를 줄일 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 상기 송신단의 적응 송신 방법에 있어서,

a) 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-을 결정하는 단계;

b) 상기 결정된 주송신 모드에 따라 입력 데이터를 부호화하는 단계;

c) 상기 결정된 부송신 모드에 따라 상기 b) 단계에서 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼로 매핑하여 출력하는 단계; 및

d) 상기 결정된 부송신 모드에 따라 상기 c) 단계에서 변조된 데이터를 상기 각 송신 안테나를 통해 송신될 심볼 벡터로 매핑하여 출력하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 다중 입출력 채널 특성은 상기 수신단에서 산출되어 변환되는 안테나 송신 성능 파라미터로 표시되는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 a) 단계에서, 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 요구되는 성능을 만족하는 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함- 중에서 가장 높은 데이터 전송률을 제공하는 주송신 모드를 결정하고, 결정된 주송신 모드에서 송신 전력을 줄일 수 있는 부송신 모드를 결정하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 c) 단계에서, 동일한 주송신 모드에 대해 제1 심볼 성상도를 갖는 심볼 매핑을 수행하는 경우, 상기 d) 단계에서 공간 부호화 기반의 안테나 매핑을 수행하고,

상기 c) 단계에서, 동일한 주송신 모드에 대해 제2 심볼 성상도를 갖는 심볼 매핑을 수행하는 경우, 상기 d) 단계에서 공간 다중화 기반의 안테나 매핑을 수행하는

것을 특징으로 하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 5】

제1항에 있어서,

상기 a) 단계가,

i) 상기 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 갖는 주송신 모드에 대해, 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 부호화 성능 파라미터와 미리 저장되어 있는 공간 부호화 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중 하나를 선택하는 단계;

ii) 상기 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 갖는 주송신 모드에 대해, 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 다중화 성능 파라미터와 미리 저장되어 있는 공간 다중화 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택하는 단계; 및

iii) 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드를 비교하여 최종 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-를 결정하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 i) 단계는 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값이 양수이면서 최소가 되는 주송신 모드를 선택하고,

상기 ii) 단계는 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값이 양수이면서 최소가 되는 주송신 모드를 선택하는

것을 특징으로 하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 7】

제5항에 있어서,

상기 주송신 모드는 데이터 전송률의 오름차순으로 인덱스가 주어지고,

상기 iii) 단계는,

상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 지의 여부를 판단하는 단계;

상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 경우, 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-로 결정하는 단계; 및

상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 같고, 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값이 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값보다 큰 경우, 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 부호화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-로 결정하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드보다 큰 경우, 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-로 결정하는 단계; 및

상기 i) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드가 같고, 상기 공간 다중화 성능 파라미터에서 상기 공간 다중화 문턱값을 뺀 값이 상기 공간 부호화 성능 파라미터에서 상기 공간 부호화 문턱값을 뺀 값 이상인 경우, 상기 ii) 단계에서 선택된 주송신 모드와 상기 선택된 주송신 모드의 공간 다중화 기반의 부송신 모드를 최종 송신 모드-여기서 송신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-로 결정하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 9】

다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서 상기 수신단의 적응 수신 방법에 있어서,

a) 상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 상기 송신단에 의해 결정된 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및

공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-정보에 따라 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 송신 안테나별 심볼 정보를 추출하는 단계; 및

b) 상기 추출된 송신 안테나별 심볼 정보에 따라 채널 복호를 수행하여 송신된 데이터 정보를 추정하는 단계; 및

c) 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 추정되는 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 송신단이 상기 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식을 결정하는데 사용되는 파라미터를 추출하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 c) 단계는,

i) 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 단계; 및

ii) 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 다중 입출력 채널 특성을 나타내는 파라미터 중 하나인 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 i) 단계는,

상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 채널 전력합을 계산하는 단계; 및
 상기 계산된 채널 전력합과 상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 결합하여 상기
 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 단계
 를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 12】

제11항에 있어서,
 상기 공간 부호화 성능 파라미터(S_B)는 상기 송신 안테나가 M개일 때 아래의 관
 계식

$$S_B = 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SBC}) = 10 \log_{10} \left(\frac{\|\mathbf{H}\|^2}{M} \frac{E_s}{N_0} \right)$$

여기서, $\|\mathbf{H}\|^2 = \sum_{p=1}^N \sum_{q=1}^M \|h_{p,q}\|^2$ 이고,

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \cdots & h_{1,M} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & \cdots & h_{2,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N,1} & h_{N,2} & \cdots & h_{N,M} \end{bmatrix} \text{는 다중 입출력 채널 응답이며,}$$

E_s 는 송신 심볼 에너지이고,

N_0 는 복소 가산백색잡음의 분산임

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 13】

제10항에 있어서,

상기 ii) 단계는,

상기 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 선형 등화 행렬을 계산하는 단계;

상기 계산된 선형 등화 행렬을 사용하여 송신 안테나별 처리후 SNR을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 송신 안테나별 처리후 SNR을 사용하여 상기 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 단계

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 선형 등화 행렬(\mathbf{G})은 ZF(Zero Forcing Equalizer) 선형 등화 기준일 때 다음의 관계식

$$\mathbf{G} = (\mathbf{H}^H \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}^H$$

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 15】

제13항에 있어서,

상기 선형 등화 행렬(\mathbf{G})은 MMSE(Minimum Mean Square Error) 선형 등화 기준일 때 다음의 관계식

$$\mathbf{G} = \left(\mathbf{H}^H \mathbf{H} + \frac{N_0}{ME_s} \mathbf{I}_M \right)^{-1} \mathbf{H}^H$$

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 16】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 송신 안테나별 처리후 SNR은 다음의 관계식

$$\text{SNR}_{SM,q} = \frac{E_s \mathbf{g}_q^H \mathbf{h}_q}{MN_o + E_s \sum_{j \neq q} \mathbf{g}_q^H \mathbf{h}_j}$$

여기서 $\text{SNR}_{SM,q}$ 는 q번째 송신 안테나로 전송되는 심볼에 대한 처리 후 SNR이고

\mathbf{h}_q 는 \mathbf{H} 의 q번째 열벡터이며,

\mathbf{g}_q 는 선형 등화 행렬 \mathbf{G} 의 q번째 열벡터임

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 17】

제16항에 있어서,

상기 공간 다중화 성능 파라미터(S_M)는 상기 안테나별 처리후 SNR의 최소값을 기준으로 하는 경우 다음의 관계식

$$S_M = \min_q 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SM,q})$$

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 18】

제16항에 있어서,

상기 공간 다중화 성능 파라미터(S_M)는 상기 안테나별 처리후 SNR의 기하 평균을 기준으로 하는 경우 다음의 관계식

$$S_M = \frac{1}{M} \sum_{q=1}^M 10 \log_{10}(\text{SNR}_{SM,q})$$

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 19】

제17항에 있어서,

상기 송신 안테나 수가 2개이고, 상기 수신 안테나 수가 3개 이상인 경우, ZF 선형 등화 기준으로 계산된 상기 송신 안테나별 처리후 SNR을 다음의 관계식

$$\text{SNR}_{SM,q} = \frac{1}{2(\mathbf{H}^H \mathbf{H})_{qq}^{-1}} \frac{E_s}{N_0} = \alpha_q (1 - \rho^2) \text{SNR}_{SBC}$$

여기서, \mathbf{A}_{qq}^{-1} 은 \mathbf{A}^{-1} 의 (q,q) 째 원소이고,

$$\alpha_q = \frac{\|\mathbf{h}_q\|^2}{\|\mathbf{H}\|^2} \text{는 } q\text{번째 송신 안테나 채널 전력비이며,}$$

$$\rho = \frac{\|\mathbf{h}_1^H \mathbf{h}_2\|}{\|\mathbf{h}_1\| \|\mathbf{h}_2\|} \text{는 두 송신 안테나간 채널 상관도이고,}$$

$\|\mathbf{v}\|$ 는 \mathbf{v} 의 놈(norm)임

으로 나타내는 경우,

상기 안테나별 처리후 SNR의 최소값을 기준으로 하는 경우의 공간 다중화 성능 파라미터(S_M)는 다음의 관계식

$$S_M = 10 \log_{10}(\alpha_{\min}(1 - \rho^2)) + S_B$$

$$\text{여기서, } \alpha_{\min} = \min_q \alpha_q \text{임}$$

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 20】

제18항에 있어서,

상기 송신 안테나 수가 2개이고, 상기 수신 안테나 수가 3개 이상인 경우, ZF 선형 등화 기준으로 계산된 상기 송신 안테나별 처리후 SNR을 다음의 관계식

$$\text{SNR}_{\text{SM},q} = \frac{1}{2(\mathbf{H}^H \mathbf{H})_{qq}^{-1}} \frac{E_s}{N_0} = \alpha_q(1 - \rho^2) \text{SNR}_{\text{SBC}}$$

여기서, \mathbf{A}_{qq}^{-1} 은 \mathbf{A}^{-1} 의 (q,q) 째 원소이고,

$$\alpha_q = \frac{\|\mathbf{h}_q\|^2}{\|\mathbf{H}\|^2} \text{는 } q\text{번째 송신 안테나 채널 전력비이며,}$$

$$\rho = \frac{\|\mathbf{h}_1^H \mathbf{h}_2\|}{\|\mathbf{h}_1\| \|\mathbf{h}_2\|} \text{는 두 송신 안테나간 채널 상관도이고,}$$

$\|\mathbf{v}\|$ 는 \mathbf{v} 의 놈(norm)임

으로 나타내는 경우,

상기 안테나별 처리후 SNR의 기하 평균을 기준으로 하는 경우의 공간 다중화 성능 파라미터(S_M)는 다음의 관계식

$$S_M = 10 \log_{10}(\sqrt{\alpha_1 \alpha_2}(1 - \rho^2)) + S_B$$

여기서 α_1 , α_2 는 송신 안테나별 채널 전력비이고,

ρ 는 송신 안테나 채널 상관도임

을 따르는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 21】

다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서,

상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함-을 결정하는 적응 송신 제어기;

상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 채널 부호화 방식에 따라 입력되는 데이터를 부호화하여 출력하는 채널 부호화기;

상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 변조 방식에 따라 상기 채널 부호화기에 의해 부호화된 데이터를 변조하여 변조 심볼로 매핑하여 출력하는 심볼 매퍼; 및

상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 안테나 송신 방식에 따라 상기 심볼 매퍼에 의해 변조된 데이터를 상기 각 송신 안테나를 통해 송신될 심볼 벡터로 매핑하여 출력하는 안테나 매퍼

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 22】

제21항에 있어서,

상기 심볼 매핑은,

상기 채널 부호화기에서 출력되는 데이터를 제1 심볼 성상도로 변조하여 출력하는

제1 심볼 매핑; 및

상기 채널 부호화기에서 출력되는 데이터를 제2 심볼 성상도로 변조하여 출력하는

제2 심볼 매핑

를 포함하고,

상기 안테나 매핑은,

상기 제1 심볼 매핑에 의해 변조된 데이터를 공간 부호화 방식에 의한 안테나 맵핑을 수행하는 제1 안테나 매핑; 및

상기 제2 심볼 매핑에 의해 변조된 데이터를 공간 다중화 방식에 의한 안테나 맵핑을 수행하는 제2 안테나 매핑

를 포함하며,

상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 변조 방식에 따라 상기 채널 부호화기의 출력을 상기 제1 심볼 매핑과 상기 제2 심볼 매핑 중 하나로 연결하는 역다중화기; 및

상기 적응 송신 제어기에 의해 결정된 안테나 송신 방식에 따라 상기 제1 안테나 매핑과 상기 제2 안테나 매핑의 출력 중 하나를 선택하여 출력시키는 다중화기

를 더 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 23】

제21항 또는 제22항에 있어서,
 상기 적응 송신 제어기는,
 공간 부호화 방식의 문턱값이 저장되어 있는 공간 부호화 문턱값 룩업 테이블;
 공간 다중화 방식의 문턱값이 저장되어 있는 공간 다중화 문턱값 룩업 테이블;
 상기 수신단에서 반환되어 오는 공간 부호화 성능 파라미터와 상기 공간 부호화 문
 턱값 룩업 테이블에 저장된 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택하
 는 공간 부호화 송신 모드 선택기;

상기 수신단에서 반환되어 오는 공간 다중화 성능 파라미터와 상기 공간 다중화
 문턱값 룩업 테이블에 저장된 문턱값을 비교하여 상기 주송신 모드 중에서 하나를 선택
 하는 공간 다중화 송신 모드 선택기; 및

상기 공간 부호화 송신 모드 선택기에 의해 선택된 주송신 모드와 상기 공간 다중
 화 송신 모드 선택기에 의해 선택된 주송신 모드를 비교하여 최종 송신 모드-여기서 송
 신 모드는 주송신 모드 및 부송신 모드를 포함함-를 결정하는 비교기

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 24】

다수 개의 송신 안테나를 갖는 송신단에서 다중 입출력 채널을 통해 다수 개의 수
 신 안테나를 갖는 수신단으로 데이터를 송신하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서,

상기 다중 입출력 채널 특성에 따라 서로 다른 데이터 전송률을 지원하도록 상기 송신단에 의해 결정된 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식-여기서 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식은 서로 다른 데이터 전송률을 지원하는 주 송신 모드에 따라 구분되며, 상기 주송신 모드는 공간 부호화 기반의 부송신 모드 및 공간 다중화 기반의 부송신 모드 중 하나 또는 모두를 포함함- 정보에 따라 상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 송신 안테나별 심볼 정보를 추출하는 안테나/심볼 복조기;

상기 안테나/심볼 복조기에서 추출된 송신 안테나별 심볼 정보에 따라 채널 복호를 수행하여 송신된 데이터 정보를 추정하여 출력하는 채널 복조기;

상기 다중 입출력 채널을 통해 수신되는 신호로부터 다중 입출력 채널 응답을 추정하는 채널 추정기; 및

상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 상기 송신단이 상기 채널 부호화 방식, 변조 방식 및 안테나 송신 방식을 결정하는데 사용되는 파라미터를 추출하는 적응 송신 파라미터 추출기

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 25】

제24항에 있어서,

상기 적응 송신 파라미터 추출기는,

상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 공간 부호화 성능 파라미터 계산기; 및

상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 공간 다중화 성능 파라미터를 계산하는 공간 다중화 성능 파라미터 계산기

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 26】

제25항에 있어서,

상기 공간 부호화 성능 파라미터 계산기는,

상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 채널 전력합을 계산하는 채널 전력합 계산기; 및

상기 채널 전력합 계산기에 의해 계산된 채널 전력합과 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 결합하여 공간 부호화 성능 파라미터를 계산하는 결합기

를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 27】

제25항에 있어서,

상기 공간 다중화 성능 파라미터 계산기는,

상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 선형 등화 행렬을 계산하는 선형 등화기;

상기 선형 등화기에 의해 계산된 선형 등화 행렬을 사용하여 송신 안테나별 처리 후 SNR을 계산하는 공간 다중화 처리후 SNR 계산기; 및

상기 공간 다중화 처리후 SNR 계산기에 의해 계산된 송신 안테나별 처리후 SNR을 사용하여 공간 다중화 성능 파라미터의 대표값을 계산하는 대표값 계산기를 포함하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 28】

제24항에 있어서,

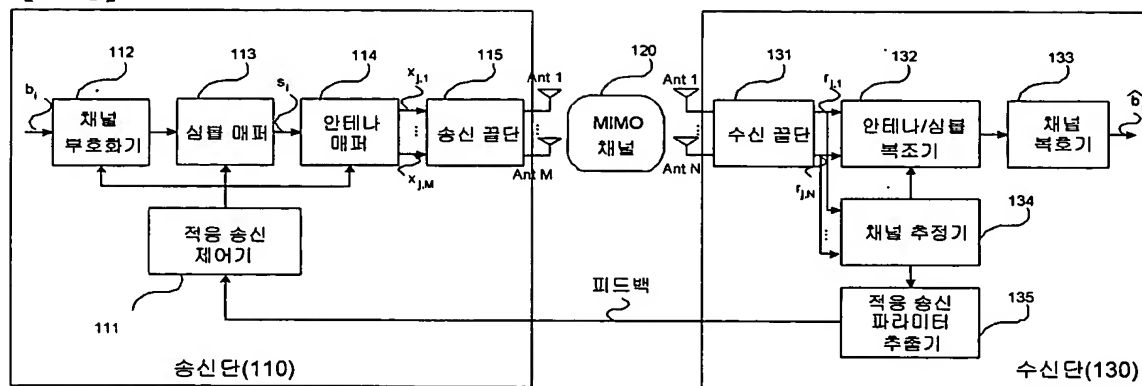
상기 안테나/심볼 복조기는,

상기 송신단에 의해 결정된 안테나 송신 방식이 공간 부호화 방식인 경우에는 상기 채널 추정기에 의해 추정된 다중 입출력 채널 응답을 사용하여 직교 다양성 결합을 수행하여 송신된 심볼을 검출하고,

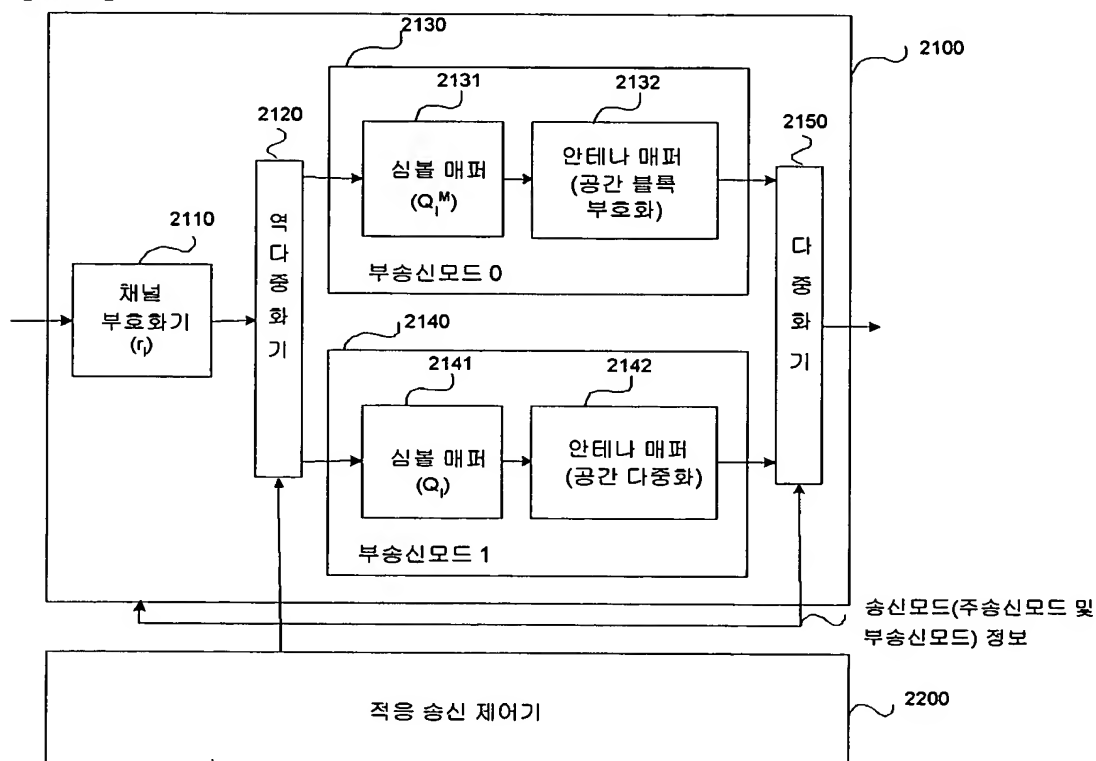
상기 송신단에 의해 결정된 안테나 송신 방식이 공간 다중화 방식인 경우에는 ML(Maximum Likelihood) 검파 방식, OSIC(Ordered Successive Interference Canceller) 검파 방식, MMSE(Minimum Mean Square Error) 선형 등화 방식, ZF(Zero Forcing Equalizer) 선형 등화 방식 중 어느 하나를 사용하여 송신 심볼을 검출하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 무선 통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【도면】

【도 1】



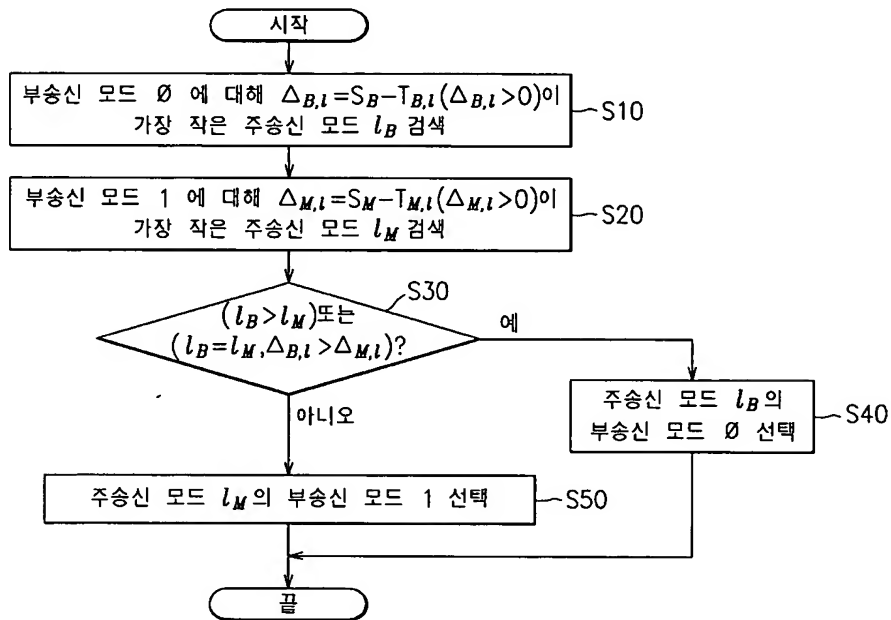
【도 2】



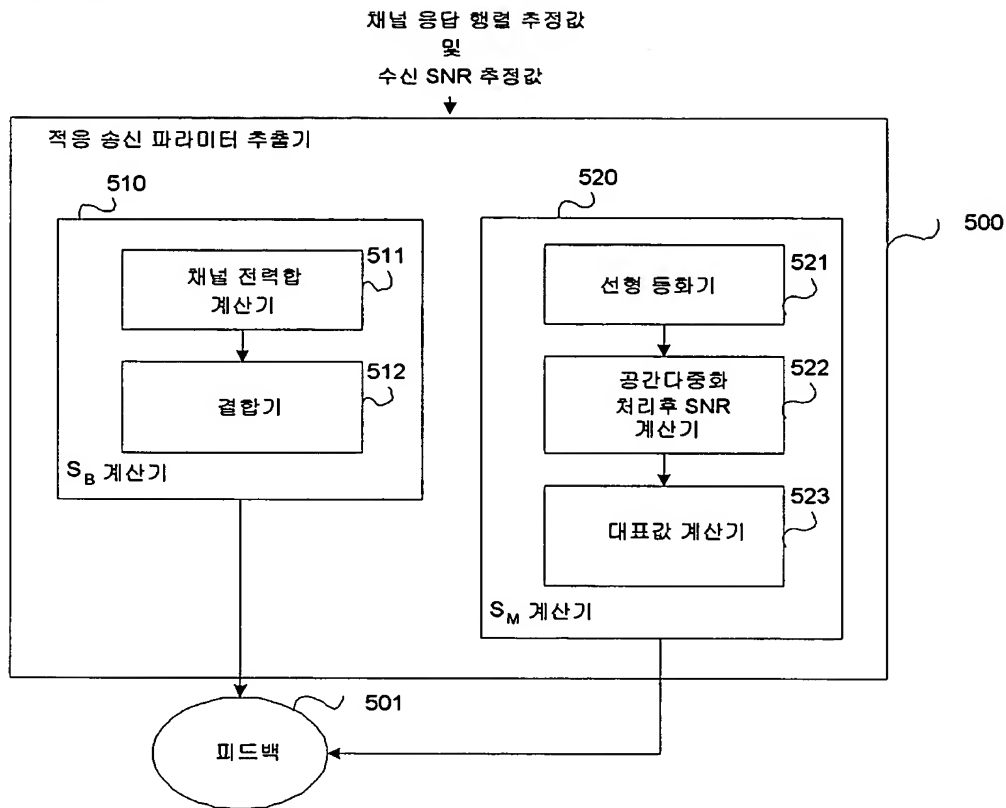
【도 3】

310 송신 모드 320		330	340	350
주송신 모드	부송신 모드	부호화율	변조방식	안테나 송신 방식
0	0	1/6	QPSK	SBC
1	0	1/2	QPSK	SBC
2	0	1/2	16-QAM	SBC
	1	1/2	QPSK	SM
3	0	3/4	16-QAM	SBC
	1	3/4	QPSK	SM
4	0	2/3	64-QAM	SBC
	1	2/3	8-PSK	SM
5	1	2/3	16-QAM	SM

【도 4】



【도 5】



【도 6】

